

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-205169

(43)Date of publication of application : 23.07.2002

(51)Int.Cl.

B23K 9/12
B23K 9/067

(21)Application number : 2001-000999 (71)Applicant : DAIHEN CORP

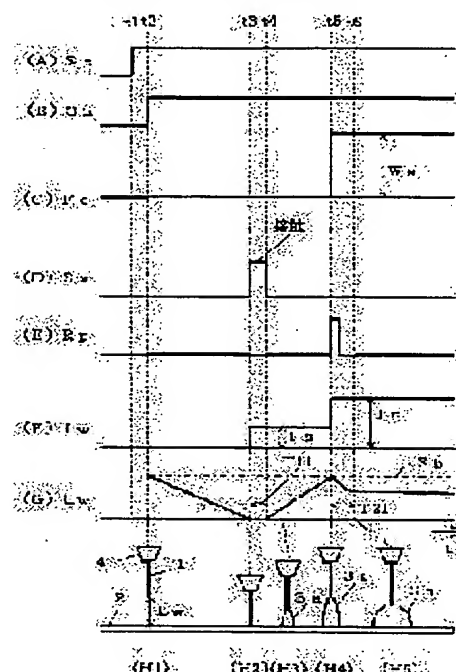
(22)Date of filing : 09.01.2001 (72)Inventor : UESONO TOSHIRO
NISHISAKA FUTOSHI

(54) METHOD FOR CONTROLLING START OF ARC IN ARC WELDING WITH ROBOT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for controlling the start of an arc in an arc welding with a robot, by which a generation of welding defect due to the increase in the arc length during a delay time of response is prevented, the decrease in productivity due to the delay time of response is prevented, and an excellent start of the arc is realized.

SOLUTION: The delay time of response is remarkably shortened when the tip of a wire is set close to a work to be welded by advancing a manipulator while feeding is suspended in place of an advancing feeding and the tip of the wire is separated from the work to be welded by reversing the manipulator while feeding is suspended in place of a reversing feeding, thus an excellent start of the arc is realized in the arc welding with robot.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-205169
(P2002-205169A)

(43)公開日 平成14年7月23日 (2002.7.23)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース(参考)
B 2 3 K 9/12 9/067	3 3 1	B 2 3 K 9/12 9/067	3 3 1 S 4 E 0 8 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願2001-999(P2001-999)

(22)出願日 平成13年1月9日(2001.1.9)

(71)出願人 000000262

株式会社ダイヘン

大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号

(72)発明者 上岡 敏郎

大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号

株式会社ダイヘン内

(72)発明者 西坂 太志

大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号

株式会社ダイヘン内

(74)代理人 100082957

弁理士 中井 宏

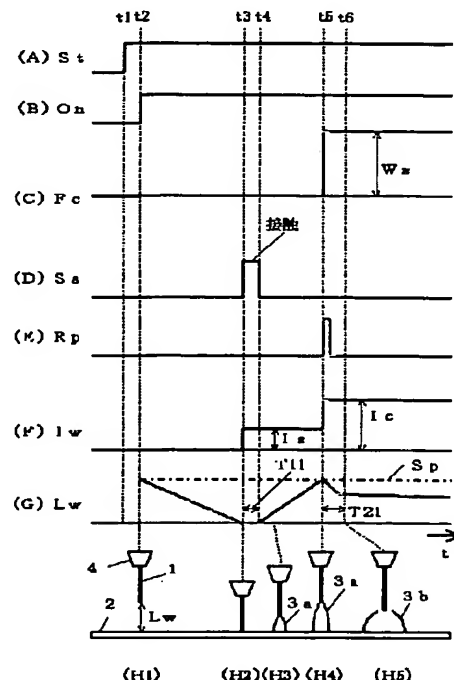
Fターム(参考) 4E082 AA01 BA01 BB02 EA02 EC16

(54)【発明の名称】 ロボットアーク溶接のアークスタート制御方法

(57)【要約】

【課題】 溶接ワイヤ1を被溶接物2へ前進送給して接触すると小電流値の初期電流 I_s を通電すると共に溶接ワイヤ1を後退送給し、この後退送給によって溶接ワイヤ1が被溶接物2から離れて初期アーク3aが発生すると、溶接ワイヤ1を再び前進送給すると共に定常の溶接電流 I_c を通電するアークスタート制御方法において、上記の前進送給から後退送給への切替時及び後退送給から再前進送給への切替時の応答遅れ時間によってアークスタート不良が発生する。

【解決手段】 ロボットアーク溶接において、上記の前進送給に代えて送給を停止したままでマニピュレータを前進移動させてワイヤ先端を被溶接物へ近づけ、かつ、上記の後退送給に代えてマニピュレータを後退移動させてワイヤ先端を被溶接物から遠ざけることによって上記の応答遅れ時間を大幅に短くすることができるので、良好なアークスタートを行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 溶接電源装置によって溶接電圧を印加して溶接ワイヤと被溶接物との間にアークを発生させると共に、溶接ロボットのマニピュレータに取り付けられた溶接トーチを移動させて溶接する消耗電極式のロボットアーク溶接において、

溶接開始信号が入力されると前記溶接トーチを予め教示された溶接開始位置に移動させて、前記溶接開始位置に到達後は前記溶接トーチを略溶接ワイヤの送給方向に移動させてワイヤ先端を前記被溶接物に近づけていき、前記ワイヤ先端が前記被溶接物に接触したことを判別すると予め定めた小電流値の初期電流を前記溶接電源装置から通電すると共に前記溶接トーチを略溶接ワイヤの送給方向とは逆方向に移動させて前記ワイヤ先端を前記被溶接物から遠ざける後退移動を行い、前記後退移動によって前記ワイヤ先端と前記被溶接物とが離れると前記初期電流が通電する初期アークが発生して、前記初期アーク発生状態を維持したままで前記後退移動を継続し前記溶接トーチが前記溶接開始位置に復帰すると前記後退移動から予め教示された溶接方向への移動に切り換えて、同時に前記溶接ワイヤの送給を開始すると共に定常の溶接電流を通電することによって前記初期アーク発生状態から定常のアーク発生状態へと円滑に移行させるロボットアーク溶接のアークスタート制御方法。

【請求項2】 溶接電源装置によって溶接電圧を印加して溶接ワイヤと被溶接物との間にアークを発生させると共に、溶接ロボットのマニピュレータに取り付けられた溶接トーチを移動させて溶接する消耗電極式のロボットアーク溶接において、溶接開始信号が入力されると前記溶接トーチを予め教示された溶接開始位置に移動させて、前記溶接開始位置に到達後は前記溶接トーチを略溶接ワイヤの送給方向に移動させてワイヤ先端を前記被溶接物に近づけていき、前記ワイヤ先端が前記被溶接物に接触したことを判別すると予め定めた小電流値の初期電流を前記溶接電源装置から通電すると共に前記溶接トーチを略溶接ワイヤの送給方向とは逆方向に移動させて前記ワイヤ先端を前記被溶接物から遠ざける後退移動を行い、前記後退移動によって前記ワイヤ先端と前記被溶接物とが離れると前記初期電流が通電する初期アークが発生して、前記初期アーク発生状態を維持したままで前記後退移動を継続しワイヤ先端・被溶接物間距離が予め定めた後退距離設定値に達すると前記後退移動から前記溶接開始位置への復帰移動に切り換えて、同時に前記溶接ワイヤの送給を開始すると共に定常の溶接電流を通電して、前記溶接開始位置に復帰後は前記溶接トーチを予め教示された溶接方向へと移動させることによって前記初期アーク発生状態から定常のアーク発生状態へと円滑に移行させるロボットアーク溶接のアークスタート制御方法。

【請求項3】 溶接ワイヤの送給開始及び定常の溶接電

流の通電開始を、復帰移動によって溶接トーチが溶接開始位置に復帰した時点から行う請求項2のアークスタート制御方法。

【請求項4】 復帰移動がワイヤ先端・被溶接物間距離を短くする方向への移動であるときは、前記復帰移動期間中は定常の溶接電流よりも大きな電流値の移行電流を通電する請求項2のアークスタート制御方法。

【請求項5】 復帰移動がワイヤ先端・被溶接物間距離を短くする方向への移動であるときは、前記復帰移動期間中は溶接ワイヤの送給を停止したままで前記復帰移動の速度に対応して予め定めた移行電流を通電し、溶接トーチが溶接開始位置に復帰後は前記溶接ワイヤの送給を開始すると共に定常の溶接電流を通電する請求項2のアークスタート制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、溶接ワイヤを被溶接物へ近づけて接触させた後に、反転して溶接ワイヤを被溶接物から離して初期アークを発生させ、再び溶接ワイヤを被溶接物へ近づける方向に送給して定常のアークへと移行させるロボットアーク溶接のアークスタート制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】溶接電源装置によって溶接電圧を印加して溶接ワイヤと被溶接物との間にアークを発生させると共に、溶接ロボットのマニピュレータに取り付けられた溶接トーチを移動させて溶接する消耗電極式のロボットアーク溶接において、溶接開始信号が外部から入力されると、マニピュレータを移動させることによって溶接トーチを予め教示された溶接開始位置Spまで移動させた後に停止状態のままで、ワイヤ送給モータを正回転させて溶接ワイヤを被溶接物へ前進送給し、続けて溶接ワイヤが被溶接物に接触したことを判別するとワイヤ送給モータを逆回転させて溶接ワイヤを後退送給し、同時に小電流値の初期電流Isを通電し、続けて後退送給によって溶接ワイヤが被溶接物から離れて初期アークが発生すると溶接ワイヤを定常の送給速度Wsで再び前進送給すると共に定常の溶接電流Icを通電し、同時に溶接トーチを上記の停止状態から予め教示された溶接方向への移動に切り換えることによって定常のアークに移行させるアークスタート制御方法が従来から知られている。以下、この従来技術のアークスタート制御方法について、図面を参照して説明する。

【0003】図2は、従来技術のロボットアーク溶接装置の構成図である。以下、同図を参照して説明する。ロボット制御装置RCは、溶接開始信号Stが外部から入力されると、マニピュレータRMの動作制御を行う動作制御信号Mcを出力すると共に、図3で後述する電圧設定信号Vs、定常の送給速度設定信号Ws及び出力開始信号Onによって形成されるインターフェース信号I

fを溶接電源装置PSへ送信する。マニピュレータRMは、ワイヤ送給モータWM及び溶接トーチ4を搭載して、上記の動作制御信号Mcに従って溶接トーチ4の先端位置(TCP)を予め教示された動作軌跡に沿って移動させる。溶接ワイヤ1は、上記のワイヤ送給モータWMと上記の溶接トーチ4の本体との間をつなぐ長さ1.5[m]程度のコイルライナ4aの中を通して送給される。

【0004】溶接電源装置PSは、上記のインターフェース信号Ifを受信して、溶接トーチ4の先端に装着されたコンタクトチップを介して溶接ワイヤ1に溶接電圧Vwを給電して、溶接ワイヤ1と被溶接物2との間にアーク3を発生させて溶接電流Iwを通電する。同様に、この溶接電源装置PSは、送給制御信号Fcを出力して、上記のワイヤ送給モータWMの回転方向及び回転速度を制御する。溶接ワイヤ1の先端と被溶接物2との距離がワイヤ先端・被溶接物間距離Lw[mm]であり、したがってこのワイヤ先端・被溶接物間距離Lwはアーク発生中はアーク長と同一になる。

【0005】図3は、図2で上述したロボット制御装置RC及び溶接電源装置PSのブロック図である。以下、同図を参照して、各回路ブロックについて説明する。ロボット制御装置RCは、以下の回路ブロックから構成されている。動作制御回路MCは、溶接開始信号Stが入力されると、マニピュレータRMを予め教示された動作軌跡に沿って移動させる動作制御信号McをマニピュレータRMの各軸のモータへ出力する。同時に、この動作制御回路MCは、電圧設定信号Vs、定常の送給速度設定信号Ws及び出力開始信号Onをロボットインターフェース回路IFRへ出力する。ロボットインターフェース回路IFRは、上記の3つの信号から形成されるインターフェース信号Ifを溶接電源装置PSへ送信する。

【0006】他方、溶接電源装置PSは、以下の回路ブロックから構成される。電圧検出回路VDは、溶接電圧Vwを検出して、電圧検出信号Vdを出力する。短絡／アーク判別回路SAは、上記の電圧検出信号Vdを入力として、溶接ワイヤと被溶接物との間が接触状態のときは短絡信号(Highレベル)を、アーク発生状態のときはアーク発生信号(Lowレベル)を、短絡／アーク判別信号Saとして出力する。遅延回路DTは、初期アーク発生後に再び前進送給へと切り換えるタイミングを遅延するために、上記の短絡／アーク判別信号Saが短絡信号からアーク発生信号に変化した時点から予め定めた遅延時間Tdの間だけHighレベルとなる遅延信号Dtを出力する。

【0007】溶接電源インターフェース回路IFPは、上記のインターフェース信号Ifを受信して、電圧設定信号Vs、定常の送給速度設定信号Ws及び出力開始信号Onを出力する。正逆送給制御回路RFCは、上記の

出力開始信号Onが入力(Highレベル)されると、溶接ワイヤを被溶接物へ前進送給し、続けて上記の短絡／アーク判別信号Saが短絡信号になると溶接ワイヤを被溶接物から後退送給し、続けて上記の遅延信号DtがHighレベルからLowレベルへ変化すると再び溶接ワイヤを被溶接物へ上記の定常の送給速度設定信号Wsに相当する送給速度で前進送給するための送給制御信号Fcを出力する。ワイヤ送給モータWMは、上記の送給制御信号Fcに従って溶接ワイヤを前進送給又は後退送給する。

【0008】出力制御回路INVは、商用電源(通常は3相200V)を入力として、インバータ制御、サイリスタ位相制御等によって、アークを安定に維持するために適した溶接電圧及び溶接電流を出力する。この出力制御回路INVは、上記の出力開始信号Onが入力された時点から上記の遅延信号DtがHighレベルからLowレベルへ変化する時点までの間は予め定めた小電流値の初期電流Isを通電する定電流特性又は垂下特性を形成して出力し、それ以降は上記の定常の送給速度設定信号Wsに対応した定常の溶接電流Icを通電するための上記の電圧設定信号Vsに対応した定電圧特性を形成して出力する。

【0009】図4は、図3で上述したロボット制御装置RC及び溶接電源装置PSの各信号のタイミングチャートである。同図(A)は溶接開始信号Stの時間変化を示し、同図(B)は出力開始信号Onの時間変化を示し、同図(C)は送給制御信号Fcの時間変化を示し、同図(D)は短絡／アーク判別信号Saの時間変化を示し、同図(E)は遅延信号Dtの時間変化を示し、同図(F)は溶接電流Iwの時間変化を示し、同図(G)はワイヤ先端・被溶接物間距離Lwの時間変化を示し、同図(H1)～(H5)は各時刻における溶接ワイヤ1の送給状態を示す。以下、同図を参照して説明する。

【0010】① 時刻t1～t2の期間

時刻t1において、同図(A)に示すように、溶接開始信号Stが外部から入力(Highレベル)されると、マニピュレータに取り付けられた溶接トーチ4を移動させて、時刻t2において溶接トーチ4は予め教示された溶接開始位置Spに到着して停止する。

【0011】② 時刻t2～t3の期間

時刻t2において、溶接トーチ4が溶接開始位置Spに到着すると、同図(B)に示すように、前述した動作制御回路Mcから出力開始信号Onが出力(Highレベル)される。これに応じて、同図(C)に示すように、送給制御信号Fcは予め定めた正の値の初期送給速度設定値Wiとなり、同図(H1)に示すように、溶接ワイヤ1は被溶接物2へ初期送給速度で前進送給される。なお、送給制御信号Fcが正の値のときは前進送給となり、負の値のときは後退送給となる。同時に、前述した出力制御回路INVは定電流特性又は垂下特性を形成し

て出力しているが、この期間中は溶接ワイヤ1と被溶接物2とは離れており無負荷状態にあるために、無負荷電圧が印加する。また、時刻 $t_2 \sim t_3$ の間中は、上記の前進送給によって、同図(G)に示すように、ワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w は徐々に短くなる。

【0012】③ 時刻 $t_3 \sim t_4$ の期間

時刻 t_3 において、同図(H2)に示すように、上記②項の前進送給によって溶接ワイヤ1が被溶接物2に接触すると、同図(D)に示すように、短絡/アーク判別信号 S_a が短絡信号(Highレベル)に変化する。これに応じて、同図(C)に示すように、送給制御信号 F_c は予め定めた負の値の後退送給速度設定値 W_r となり、溶接ワイヤ1は被溶接物2から後退送給速度で後退送給される。同時に、同図(F)に示すように、②項で上述した定電流特性又は垂下特性によって小電流値の初期電流 I_s が通電する。この初期電流 I_s の値は、数[A]～数十[A]程度の小電流値に設定される。また、時刻 $t_3 \sim t_4$ の間中は、前述したワイヤ送給モータWMが正回転(前進送給)から逆回転(後退送給)へ反転するためのモータ応答遅れ時間が発生する。さらに、前述したコイルライナの曲がりによる遊び分を後退送給によってキャンセルするための遊び分応答遅れ時間も発生する。このために、この期間中は、溶接ワイヤ1と被溶接物2とは接触状態のままであり、同図(G)に示すように、ワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w は0[mm]のままである。

【0013】④ 時刻 $t_4 \sim t_5$ の期間

時刻 t_4 直後において、同図(H3)に示すように、上記③項の後退送給によって溶接ワイヤ1と被溶接物2とが離れると、上記の初期電流 I_s が通電する初期アーク3aが発生する。また、初期アーク3aが発生した時刻 t_4 から前述した遅延時間 T_d が経過する時刻 t_5 までの間は、同図(E)に示すように、遅延信号 D_t はHighレベルのままである。そして、この間は、同図(H4)に示すように、上記の初期アーク発生状態3aを維持したままで後退送給を継続する。したがって、同図(G)に示すように、ワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w は徐々に長くなる。

【0014】⑤ 時刻 t_5 以降の期間

時刻 t_5 において、同図(E)に示すように、遅延信号 D_t がHighレベルからLowレベルへ変化すると、同図(C)に示すように、送給制御信号 F_c は正の値の定常の送給速度設定信号 W_s となり、溶接ワイヤ1は被溶接物2へ定常の送給速度で再び前進送給される。同時に、前述した出力制御回路INVは電圧設定信号 V_s に対応する定電圧特性を形成するので、図示しない溶接電圧は上記の電圧設定信号 V_s に相当する値となると共に、同図(F)に示すように、上記の定常の送給速度 W_s に対応した大電流値の定常の溶接電流 I_c が通電する。同時に、溶接トーチ4を停止状態から予め教示され

た溶接方向への移動に切り換える。

【0015】しかしながら、この時刻 t_5 においても、前述した時刻 $t_3 \sim t_4$ の間中と同様に、モータ応答遅れ時間及び遊び分応答遅れ時間が発生する(時刻 $t_5 \sim t_6$)。したがって、同図(G)に示すように、ワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w は、時刻 t_6 において定常のアーク長に収束し、同図(H4)に示す時刻 t_5 の初期アーク3aから同図(H5)に示す時刻 t_6 の定常のアーク3bへと移行する。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】図5は、従来技術の解決課題を説明するための前述した図4に相当するタイミングチャートである。同図(A)は溶接開始信号 S_t の時間変化を示し、同図(B)は出力開始信号 O_n の時間変化を示し、同図(C)は送給制御信号 F_c の時間変化を示し、同図(D)は短絡/アーク判別信号 S_a の時間変化を示し、同図(E)は遅延信号 D_t の時間変化を示し、同図(F)は溶接電流 I_w の時間変化を示し、同図(G)はワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w の時間変化を示し、同図(H1)～(H5)は各時刻における溶接ワイヤ1の送給状態を示す。同図において、時刻 $t_3 \sim t_4$ 及び時刻 $t_5 \sim t_6$ 以外の期間の動作は、前述した図4のときと同様であるのでその説明は省略する。以下、同図の時刻 $t_3 \sim t_4$ 及び時刻 $t_5 \sim t_6$ の両期間について、同図を参照して説明する。

【0017】① 時刻 $t_3 \sim t_4$ の期間(第1の応答遅れ時間 T_1)

図4の説明の項で前述したように、時刻 t_3 において、同図(H2)に示すように、溶接ワイヤ1と被溶接物2とが接触すると、同図(D)に示すように、短絡/アーク判別信号 S_a が短絡信号(Highレベル)に変化して、溶接ワイヤ1は前進送給から反転して後退送給に切り換わる。このときに、図3に示すワイヤ送給モータWMが、前進送給の正回転から後退送給の逆回転に切り換わるためのモータ応答遅れ時間が発生する。さらに、前述したように、ワイヤ送給モータWMと溶接トーチ本体とをつなぐコイルライナの曲がりによる遊び分を後退送給によってキャンセルするための遊び分応答遅れ時間が発生する。この遊び分応答遅れ時間は、コイルライナの長さ、種々の溶接姿勢に起因するコイルライナの曲がりの程度等によってその時間長さは大きく変化する。上記のモータ応答遅れ時間と遊び分応答遅れ時間とが加算されて第1の応答遅れ時間 T_1 となる。この第1の応答遅れ時間 T_1 経過後の時刻 t_4 の直後において、同図(H3)に示すように、本来の後退送給によって溶接ワイヤ1と被溶接物2とが離れて初期アーク3aが発生し、同図(G)に示すように、それ以降ワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w が徐々に長くなる。通常、上記の第1の応答遅れ時間 T_1 は300～500[ms]程度である。

【0018】② 時刻 $t_5 \sim t_6$ の期間(第2の応答遅

れ時間T2)

時刻t5において、同図(H4)に示すように、初期アーク発生状態を維持したままで、同図(E)に示すように、遅延信号DtがHighレベルからLowレベルに変化すると、溶接ワイヤ1は後退送給から反転して前進送給に切り換わる。このときも上記①項と同様に、ワイヤ送給モータWMが後退送給の逆回転から前進送給の正回転に切り換わるためのモータ応答遅れ時間が発生する。さらに、コイルライナの曲がりによる遊び分を前進送給によってキャンセルするための遊び分応答遅れ時間が発生する。上記のモータ応答遅れ時間と遊び分応答遅れ時間とが加算されて第2の応答遅れ時間T2となる。通常、この第2の応答遅れ時間T2も300~500[ms]程度である。

【0019】第1の解決課題は、以下のとおりである。上記の時刻t5~t6の第2の応答遅れ時間T2期間中は、同図(F)に示すように、初期電流Isよりも大きな電流値の定常の溶接電流Icが通電しているが、他方、溶接ワイヤの送給速度は上記の応答遅れ時間によって定常値よりも小さな過渡的な値となっている。このために、定常の溶接電流Icによる溶融速度が過渡的な送給速度よりも大きくなるために、同図(G)に示すように、アーク長(ワイヤ先端・被溶接物間距離Lw)が時刻t5以後も長くなり、同図(H5)に示すように、過大なアーク長のアーク3cによって溶け落ち、ビード不良等の溶接欠陥が生じる。以下、この第1の解決課題を、応答遅れ時間中のアーク長増長による溶接不良という。

【0020】さらに、第2の解決課題は、以下のとおりである。上述した第1の応答遅れ時間T1と第2の応答遅れ時間T2との加算値の応答遅れ時間T1+T2は、600~1000[ms]となる。この不要な時間がアークスタート毎に必要となる。一般的に、機械部品、自動車部品等の溶接においては、数秒程度の短時間だけアークを発生させる溶接を多数個所行う場合が多い。このような短時間多数回溶接において、アークスタート毎に600~1000[ms]も余分な時間が必要なことは、生産性が悪くなる。以下、この解決課題を、応答遅れ時間による生産性の低下という。

【0021】そこで、本発明では、上述した応答遅れ時間中のアーク長増長による溶接不良の発生を防止し、かつ、応答遅れ時間による生産性の低下も防止し、かつ、良好なアークスタートを実現することができるロボットアーク溶接のアークスタート制御方法を提供する。

【0022】

【課題を解決するための手段】出願時の請求項1の発明は、図6~7に示すように、溶接電源装置PSによって溶接電圧Vwを印加して溶接ワイヤ1と被溶接物2との間にアークを発生させると共に、溶接ロボットのマニピュレータRMに取り付けられた溶接トーチ4を移動さ

せて溶接する消耗電極式のロボットアーク溶接において、溶接開始信号Stが入力されると上記溶接トーチ4を予め教示された溶接開始位置Spに移動させて、上記溶接開始位置Spに到達後は上記溶接トーチ4を略溶接ワイヤの送給方向に移動させてワイヤ先端を上記被溶接物2に近づけていき、上記ワイヤ先端が上記被溶接物2に接触したことを判別すると予め定めた小電流値の初期電流Isを上記溶接電源装置PSから通電すると共に上記溶接トーチ4を略溶接ワイヤの送給方向とは逆方向に移動させて上記ワイヤ先端を上記被溶接物2から遠ざける後退移動を行い、上記後退移動によって上記ワイヤ先端と上記被溶接物2とが離れると上記初期電流Isが通電する初期アーク3aが発生して、上記初期アーク発生状態3aを維持したままで上記後退移動を継続し上記溶接トーチ4が上記溶接開始位置Spに復帰すると上記後退移動から予め教示された溶接方向への移動に切り換えて、同時に上記溶接ワイヤ1の送給を開始すると共に定常の溶接電流Icを通電することによって上記初期アーク発生状態3aから定常のアーク発生状態3bへと円滑に移行させるロボットアーク溶接のアークスタート制御方法である。

【0023】出願時の請求項2の発明は、図8~9に示すように、溶接電源装置PSによって溶接電圧Vwを印加して溶接ワイヤ1と被溶接物2との間にアークを発生させると共に、溶接ロボットのマニピュレータRMに取り付けられた溶接トーチ4を移動させて溶接する消耗電極式のロボットアーク溶接において、溶接開始信号Stが入力されると上記溶接トーチ4を予め教示された溶接開始位置Spに移動させて、上記溶接開始位置Spに到達後は上記溶接トーチ4を略溶接ワイヤの送給方向に移動させてワイヤ先端を上記被溶接物2に近づけていき、上記ワイヤ先端が上記被溶接物2に接触したことを判別すると予め定めた小電流値の初期電流Isを上記溶接電源装置PSから通電すると共に上記溶接トーチ4を略溶接ワイヤの送給方向とは逆方向に移動させて上記ワイヤ先端を上記被溶接物2から遠ざける後退移動を行い、上記後退移動によって上記ワイヤ先端と上記被溶接物2とが離れると上記初期電流Isが通電する初期アーク3aが発生して、上記初期アーク発生状態3aを維持したままで上記後退移動を継続しワイヤ先端・被溶接物間距離Lwが予め定めた後退距離設定値Lsに達すると上記後退移動から上記溶接開始位置Spへの復帰移動に切り換えて、同時に上記溶接ワイヤ1の送給を開始すると共に定常の溶接電流Icを通電して、上記溶接開始位置Spに復帰後は上記溶接トーチ4を予め教示された溶接方向へと移動させることによって上記初期アーク発生状態3aから定常のアーク発生状態3bへと円滑に移行させるロボットアーク溶接のアークスタート制御方法である。

【0024】出願時の請求項3の発明は、図10に示す

ように、出願時の請求項2に記載する溶接ワイヤ1の送給開始及び定常の溶接電流 I_c の通電開始を、復帰移動によって溶接トーチ4が溶接開始位置 S_p に復帰した時点から行う出願時の請求項2のアークスタート制御方法である。

【0025】出願時の請求項4の発明は、図11～12に示すように、出願時の請求項2に記載する復帰移動がワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w を短くする方向への移動であるときは、上記復帰移動期間 T_b 中は定常の溶接電流 I_c よりも大きな電流値の移行電流 I_{b1} を通電する出願時の請求項2のアークスタート制御方法である。

【0026】出願時の請求項5の発明は、図13～14に示すように、出願時の請求項2に記載する復帰移動がワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w を短くする方向への移動であるときは、上記復帰移動期間 T_b 中は溶接ワイヤ1の送給を停止したままで上記復帰移動の速度に対応して予め定めた移行電流 I_{b2} を通電し、溶接トーチ4が溶接開始位置 S_p に復帰後は上記溶接ワイヤ1の送給を開始すると共に定常の溶接電流 I_c を通電する出願時の請求項2のアークスタート制御方法である。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態の一例は、図1（図7と同一の図）に示すように、同図（A）に示すように、外部から溶接開始信号 S_t が入力されると、溶接トーチ4を予め教示された溶接開始位置 S_p に移動させて、上記溶接開始位置 S_p に到達後（時刻 t_2 ）は、上記溶接トーチ4を略溶接ワイヤの送給方向に移動させてワイヤ先端を被溶接物2に近づけていき、同図（D）に示すように、ワイヤ先端が被溶接物2に接触したことを判別（時刻 t_3 ）すると、予め定めた小電流値の初期電流 I_s を通電すると共に、上記溶接トーチ4を略溶接ワイヤの送給方向とは逆方向に移動させてワイヤ先端を被溶接物2から遠ざける後退移動を行い、上記後退移動によってワイヤ先端と被溶接物2とが離れると（時刻 t_4 ）、同図（H3）に示すように、上記初期電流 I_s が通電する初期アーク3aが発生して、上記初期アーク発生状態3aを維持したままで上記後退移動を継続し、上記溶接トーチ4が上記溶接開始位置 S_p に復帰すると（時刻 t_5 ）、上記後退移動から予め教示された溶接方向への移動に切り換えて、同時に溶接ワイヤ1の送給を開始すると共に、定常の溶接電流 I_c を通電することによって、同図（H4）に示す初期アーク発生状態3aから同図（H5）に示す定常のアーク発生状態3bへと円滑に移行させるロボットアーク溶接のアークスタート制御方法である。

【0028】

【実施例】[実施例1] 以下に説明する実施例1の発明は、出願時の請求項1の発明に対応する。実施例1の発明は、ロボットアーク溶接において、

① 溶接開始信号が入力されると、溶接トーチを予め教

示された溶接開始位置 S_p に移動させた後に、

② 溶接トーチを略溶接ワイヤの送給方向に移動させてワイヤ先端を被溶接物に近づけていき、

③ ワイヤ先端が被溶接物に接触すると、予め定めた小電流値の初期電流 I_s を通電すると共に、溶接トーチを略溶接ワイヤの送給方向とは逆方向に移動させてワイヤ先端を被溶接物から遠ざける後退移動を行い、

④ 上記後退移動によってワイヤ先端と被溶接物とが離れると、上記初期電流 I_s が通電する初期アークが発生して、上記初期アーク発生状態を維持したままで上記後退移動を継続して、

⑤ 溶接トーチが上記溶接開始位置 S_p に復帰すると、上記後退移動から予め教示された溶接方向への移動に切り換えて、同時に、溶接ワイヤの送給を開始すると共に定常の溶接電流 I_c を通電するアークスタート制御方法である。以下、実施例1の発明について、図面を参照して説明する。

【0029】図6は、実施例1のアークスタート制御方法を実施するためのロボット制御装置RC及び溶接電源装置PSのブロック図である。同図において、前述した図3と同一の回路ブロックには同一符号を付し、それらの説明は省略する。以下、点線で囲んだ図3とは異なる回路ブロックである、動作同期動作制御回路SMC、動作同期ロボットインターフェース回路SIFR、動作同期溶接電源インターフェース回路SIFP、動作同期送給制御回路SFC及び動作同期出力制御回路SINVについて説明する。

【0030】動作同期動作制御回路SMCは、溶接開始信号 S_t が外部から入力されると、予め定めた電圧設定信号 V_s 及び定常の送給速度設定信号 W_s を出力すると共に、マニピュレータRM（溶接トーチ4）を溶接開始位置 S_p に移動させ、溶接開始位置 S_p に到着後すると、出力開始信号 O_n を出力すると共にマニピュレータRMを略送給方向に移動させ、短絡／アーク判別信号 S_a が短絡信号になると、マニピュレータRMを後退移動させ、溶接開始位置 S_p に復帰すると、復帰信号 R_p を出力すると共にマニピュレータRMを教示された溶接方向に移動させる動作制御信号 M_c を出力する。

【0031】動作同期ロボットインターフェース回路SIFRは、上記の電圧設定信号 V_s 、定常の送給速度設定信号 W_s 、出力開始信号 O_n 、短絡／アーク判別信号 S_a 及び復帰信号 R_p の5つの信号から形成されるインターフェース信号 I_f を溶接電源装置PSとの間で通信する。

【0032】動作同期溶接電源インターフェース回路SIFPは、上記の5つの信号から形成されるインターフェース信号 I_f をロボット制御装置RCとの間で通信する。動作同期送給制御回路SFCは、上記の復帰信号 R_p が入力されると、上記の定常の送給速度設定信号 W_s に相当する送給速度で溶接ワイヤを前進送給する送給制

御信号Fcを出力する。動作同期出力制御回路SINVは、上記の出力開始信号Onが入力された時点から上記の復帰信号Rpが入力される時点までの間は予め定めた小電流値の初期電流Isを通電する定電流特性又は垂下特性を形成して出力し、それ以降は上記の定常の送給速度設定信号Wsに対応した定常の溶接電流Icを通電するための上記の電圧設定信号Vsに対応した定電圧特性を形成して出力する。

【0033】図7は、図6で上述した実施例1のロボット制御装置RC及び溶接電源装置PSの各信号のタイミングチャートである。同図(A)は溶接開始信号Stの時間変化を示し、同図(B)は出力開始信号Onの時間変化を示し、同図(C)は送給制御信号Fcの時間変化を示し、同図(D)は短絡／アーク判別信号Saの時間変化を示し、同図(E)は復帰信号Rpの時間変化を示し、同図(F)は溶接電流Iwの時間変化を示し、同図(G)はワイヤ先端・被溶接物間距離Lwの時間変化を示し、同図(H1)～(H5)は各時刻における溶接ワイヤ1の送給状態を示す。同図においては、前述した図3(E)及び図4(E)の遅延信号Dtが復帰信号Rpに代わっている。以下、同図を参照して説明する。

【0034】① 時刻t1～t2の期間

時刻t1において、同図(A)に示すように、溶接開始信号Stが外部から入力(Highレベル)されると、マニピュレータに搭載された溶接トーチ4を移動させて、同図(H1)に示すように、時刻t2において溶接トーチ4は予め教示された溶接開始位置Spへ到着して停止する。

【0035】② 時刻t2～t3の期間

時刻t2において、溶接トーチ4が溶接開始位置Spに到着すると、同図(B)に示すように、前述した動作同期動作制御回路SMCから出力開始信号Onが出力(Highレベル)される。これに応じて、溶接ワイヤ1の送給を停止したままで、前述した動作同期出力制御回路SINVは定電流特性又は垂下特性を形成して出力するが、この期間中は溶接ワイヤ1と被溶接物2とは離れており無負荷状態にあるために、無負荷電圧が印加する。同時に、溶接トーチ4を略溶接ワイヤの送給方向に移動させてワイヤ先端を被溶接物2へ近づけていく。したがって、同図(G)に示すように、ワイヤ先端・被溶接物間距離Lwは徐々に短くなる。

【0036】③ 時刻t3～t4の期間

時刻t3において、同図(H2)に示すように、上記②項の溶接トーチ4の移動によってワイヤ先端が被溶接物2に接触すると、同図(D)に示すように、短絡／アーク判別信号Saが短絡信号(Highレベル)に変化する。この変化に応じて、溶接トーチ4は略溶接ワイヤの送給方向とは逆方向に後退移動される。同時に、同図(F)に示すように、②項で上述した定電流特性又は垂下特性によって小電流値の初期電流Isが通電する。ま

た、時刻t3～t4の期間中、溶接トーチ4は後退移動されているが、マニピュレータのモータの応答遅れ時間による第1の応答遅れ時間T11によって、溶接ワイヤ1と被溶接物2とは接触状態のままである。したがって、同図(G)に示すように、ワイヤ先端・被溶接物間距離Lwは0[mm]のままである。しかしながら、上記の第1の応答遅れ時間T11は、図5の説明の項で前述したモータ応答遅れ時間と遊び分応答遅れ時間の加算値である第1の応答遅れ時間T1よりも短い時間であり、通常、その値は100[ms]以下程度である。

【0037】④ 時刻t4～t5の期間

時刻t4において、同図(H3)に示すように、上記③項の後退移動によって、ワイヤ先端と被溶接物2とが離れると、上記の初期電流Isが通電する初期アーク3aが発生する。また、初期アーク3aが発生した時刻t4から溶接トーチ4が溶接開始位置Spに復帰する時刻t5までの間は、上記の後退移動を継続する。したがって、同図(G)に示すように、ワイヤ先端・被溶接物間距離Lwは徐々に長くなる。

【0038】⑤ 時刻t5以降の期間

時刻t5において、上記④項の後退移動によって溶接トーチ4が溶接開始位置Spに復帰すると、同図(E)に示すように、復帰信号Rpが出力(Highレベル)される。これに応じて、同図(C)に示すように、送給制御信号Fcは正の値の定常の送給速度設定信号Wsとなり、溶接ワイヤ1は被溶接物2へ前進送給される。同時に、前述した動作同期出力制御回路SINVは、電圧設定信号Vsに対応する定電圧特性を形成するので、図示しない溶接電圧Vwは上記の電圧設定信号Vsに相当する値となると共に、同図(F)に示すように、上記の定常の送給速度Wsに対応した大電流値の定常の溶接電流Icが通電する。同時に、溶接トーチ4は予め教示された溶接方向に移動を開始する。

【0039】時刻t5において、溶接トーチ4を後退移動から溶接方向への移動に切り換えるためのマニピュレータのモータの応答遅れ時間と、ワイヤ送給モータの応答遅れ時間とが発生する。しかしながら、マニピュレータは移動方向が変化するだけであるので、これによる応答遅れ時間は短い。他方、ワイヤ送給モータは、従来技術のように逆回転から正回転への反転ではなく、正回転の開始のみであるので、これによる応答遅れ時間は短い。したがって、上記の加算値である本発明の第2の応答遅れ時間T21は、従来技術の第2の応答遅れ時間T2よりも短くなり、通常、その値は100[ms]以下である。このために、時刻t5～t6の短い期間T21の経過後に、同図(H4)に示す初期アーク3aから同図(H5)に示す定常のアーク3bへと円滑に移行するので、前述した応答遅れ時間中のアーク長増長による溶接不良は発生しない。さらに、本発明の合計の応答遅れ時間T11+T21は、従来技術の応答遅れ時間T1+T2に

比べて $1/3 \sim 1/5$ 以下の時間であるので、応答遅れ時間による生産性の低下も防止することができる。

【0040】[実施例2]以下に説明する実施例2の発明は、出願時の請求項2の発明に対応する。実施例2の発明は、

① 実施例1の発明における初期アーク発生状態を維持したままの溶接トーチの後退移動によって、ワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w が予め定めた後退距離設定値 L_s に達すると、上記の後退移動から溶接開始位置 S_p への復帰移動に切り換えて、同時に溶接ワイヤの送給を開始すると共に定常の溶接電流 I_c を通電し、

② 溶接トーチが溶接開始位置 S_p に復帰すると、上記の復帰移動から予め教示された溶接方向への移動に切り換えるアークスタート制御方法である。以下、実施例2の発明について、図面を参照して説明する。

【0041】図8は、実施例2のアークスタート制御方法を実施するためのロボット制御装置RC及び溶接電源装置PSのブロック図である。同図において、前述した図6と同一の回路ブロックには同一符号を付し、それらの説明は省略する。以下、点線で囲んだ図6とは異なる回路ブロックである、動作同期動作制御回路SMC、動作同期ロボットインターフェース回路SIFR、動作同期溶接電源インターフェース回路SIFP、動作同期送給制御回路SFC及び動作同期出力制御回路SINVについて説明する。

【0042】実施例2の動作同期動作制御回路SMCは、溶接開始信号 S_t が外部から入力されると、予め定めた電圧設定信号 V_s 及び定常の送給速度設定信号 W_s を出力すると共に、マニピュレータRM（溶接トーチ4）を溶接開始位置 S_p に移動させ、溶接開始位置 S_p に到着すると、出力開始信号 O_n を出力すると共にマニピュレータRMを略送給方向に移動させ、短絡／アーク判別信号 S_a が短絡信号になると、マニピュレータRMを後退移動させ、実施例1とは異なり上記の後退移動によってワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w が予め定めた後退距離設定値 L_s に達すると、後退距離一致信号 L_p を出力すると共にマニピュレータRMを上記の溶接開始位置 S_p に復帰移動させ、溶接開始位置 S_p に復帰後は教示された溶接方向に移動させる動作制御信号 M_c を出力する。

【0043】実施例2の動作同期ロボットインターフェース回路SIFRは、上記の電圧設定信号 V_s 、定常の送給速度設定信号 W_s 、出力開始信号 O_n 、短絡／アーク判別信号 S_a 及び実施例1とは異なる後退距離一致信号 L_p の5つの信号から形成されるインターフェース信号 I_f を溶接電源装置PSとの間で通信する。

【0044】実施例2の動作同期溶接電源インターフェース回路SIFPは、上記の5つの信号から形成されるインターフェース信号 I_f をロボット制御装置RCとの間で通信する。実施例2の動作同期送給制御回路SFC

は、上記の後退距離一致信号 L_p が入力されると、上記の定常の送給速度設定信号 W_s に相当する送給速度で溶接ワイヤを前進送給する送給制御信号 F_c を出力する。実施例2の動作同期出力制御回路SINVは、上記の出力開始信号 O_n が入力された時点から上記の後退距離一致信号 L_p が入力される時点までの間は予め定めた小電流値の初期電流 I_s を通電する定電流特性又は垂下特性を形成して出力し、それ以降は上記の定常の送給速度設定信号 W_s に対応した定常の溶接電流 I_c を通電するための上記の電圧設定信号 V_s に対応した定電圧特性を形成して出力する。

【0045】図9は、図8で上述した実施例2のロボット制御装置RC及び溶接電源装置PSの各信号のタイミングチャートである。同図(A)は溶接開始信号 S_t の時間変化を示し、同図(B)は出力開始信号 O_n の時間変化を示し、同図(C)は送給制御信号 F_c の時間変化を示し、同図(D)は短絡／アーク判別信号 S_a の時間変化を示し、実施例1とは異なり同図(E)は後退距離一致信号 L_p の時間変化を示し、同図(F)は溶接電流 I_w の時間変化を示し、同図(G)はワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w の時間変化を示し、同図(H1)～(H5)は各時刻における溶接ワイヤ1の送給状態を示す。同図においては、実施例2の独自の効果を示すために、溶接トーチ4が最初に溶接開始位置 S_p に到達したときのワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w が、約3[mm]未満又は0[mm]（接触）と非常に短い場合である。以下、同図を参照して説明する。

【0046】① 時刻 $t_1 \sim t_2$ の期間

時刻 t_1 において、同図(A)に示すように、溶接開始信号 S_t が外部から入力（Highレベル）されると、マニピュレータに搭載された溶接トーチ4を移動させて、同図(H1)に示すように、時刻 t_2 において溶接トーチ4は予め教示された溶接開始位置 S_p へ到着して停止する。

【0047】② 時刻 $t_2 \sim t_3$ の期間

時刻 t_2 において、溶接トーチ4が溶接開始位置 S_p に到着すると、同図(B)に示すように、前述した動作同期動作制御回路SMCから出力開始信号 O_n が出力（Highレベル）される。これに応じて、溶接ワイヤ1の送給を停止したままで、前述した動作同期出力制御回路SINVは定電流特性又は垂下特性を形成して出力するが、この期間中は溶接ワイヤ1と被溶接物2とは離れており無負荷状態にあるために、無負荷電圧が印加する。同時に、溶接トーチ4を略溶接ワイヤの送給方向に移動させてワイヤ先端を被溶接物2へ近づけていく。このとき、前述したように、時刻 t_2 のワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w は非常に短いために、同図(G)に示すように、短時間で0[mm]になる。

【0048】③ 時刻 $t_3 \sim t_4$ の期間

時刻 t_3 において、同図(H2)に示すように、上記②

項の溶接トーチ4の移動によってワイヤ先端が被溶接物2に接触すると、同図(D)に示すように、短絡/アーク判別信号Saが短絡信号(Highレベル)に変化する。この変化に応じて、溶接トーチ4は略溶接ワイヤの送給方向とは逆方向に後退移動される。同時に、同図(F)に示すように、②項で上述した定電流特性又は垂下特性によって小電流値の初期電流Isが通電する。また、時刻t3～t4の期間中、溶接トーチ4は後退移動されているが、マニピュレータのモータの応答遅れ時間による第1の応答遅れ時間T11によって、溶接ワイヤ1と被溶接物2とは接触状態のままである。したがって、同図(G)に示すように、ワイヤ先端・被溶接物間距離Lwは0[mm]のままである。しかしながら、実施例1と同様に、上記の第1の応答遅れ時間T11は、図5の説明の項で前述したモータ応答遅れ時間と遊び分応答遅れ時間の加算値である第1の応答遅れ時間T1よりも短い時間であり、通常、その値は100[ms]以下程度である。

【0049】④ 時刻t4～t5の期間

時刻t4において、同図(H3)に示すように、上記③項の後退移動によってワイヤ先端と被溶接物2とが離れると、上記の初期電流Isが通電する初期アーク3aが発生する。また、初期アーク3aが発生した時刻t4からワイヤ先端・被溶接物間距離Lwが予め定めた後退距離設定値Lsに達する時刻t5までの間は、上記の後退移動を継続する。したがって、同図(G)に示すように、ワイヤ先端・被溶接物間距離Lwは徐々に長くなり、時刻t5において後退距離設定値Lsと等しくなる。

【0050】⑤ 時刻t5以降の期間

時刻t5において、上記④項の後退移動によってワイヤ先端・被溶接物間距離Lwが後退距離設定値Lsに達すると、同図(E)に示すように、後退一致信号Lpが出力(Highレベル)される。これに応じて、同図(C)に示すように、送給制御信号Fcは正の値の定常の送給速度設定信号Wsとなり、溶接ワイヤ1は被溶接物2へ前進送給される。同時に、前述した動作同期出力制御回路SINVは電圧設定信号Vsに対応する定電圧特性を形成するので、図示しない溶接電圧Vwは上記の電圧設定信号Vsに相当する値となると共に、同図(F)に示すように、上記の定常の送給速度Wsに対応した大電流値の定常の溶接電流Icが通電する。同時に、溶接トーチ4を溶接開始位置Spへ復帰移動させ、時刻t5に復帰した後に予め教示された溶接方向に移動を開始させる。

【0051】実施例1と同様に、時刻t5において、溶接トーチ4を後退移動から溶接開始位置Spへの復帰移動を経て溶接方向への移動に切り換えるためのマニピュレータのモータの応答遅れ時間と、ワイヤ送給モータの応答遅れ時間とが発生する。しかしながら、マニピュ

ュレータは移動方向が変化するだけであるので、これによるモータ応答遅れ時間は短い。他方、ワイヤ送給モータは、従来技術のように逆回転から正回転へと反転するのではなく、正回転の開始のみであるので、これによる応答遅れ時間は短い。したがって、上記の加算値である本発明の第2の応答遅れ時間T21は、従来技術の第2の応答遅れ時間T2よりも短くなり、通常、その値は100[ms]以下である。このために、時刻t5～t6の短い期間T21の経過後に、同図(H4)に示す初期アーク3aから同図(H5)に示す定常のアーク3bへと円滑に移行するので、前述した応答遅れ時間中のアーク長増長による溶接不良は発生しない。さらに、本発明の合計の応答遅れ時間T11+T21は、従来技術の応答遅れ時間T1+T2に比べて1/3～1/5以下の時間であるので、応答遅れ時間による生産性の低下も防止することができる。

【0052】さらに、実施例1では、後退移動は溶接開始位置Spに復帰するまで継続する。このために、最初に溶接開始位置Spに到着したときのワイヤ先端・被溶接物間距離Lwが非常に短い場合又は接触している場合には、適正な距離の後退移動を行うことができないために、初期アーク3aが全く発生しない現象又は発生しても再接触によって消滅する現象が生じて、不良なアークスタートとなる場合がある。他方、実施例2では、最初に溶接開始位置Spに到着したときのワイヤ先端・被溶接物間距離Lwが非常に短い場合でも又は接触している場合でも、適正な後退距離設定値Lsに達するまで確実に後退移動が継続されるので、上記のような問題は生じない。

【0053】[実施例3]以下に説明する実施例3の発明は、出願時の請求項3の発明に対応する。実施例3の発明は、上述した実施例2の発明における溶接ワイヤの送給開始及び定常の溶接電流Icの通電開始を、復帰移動によって溶接トーチが溶接開始位置Spに復帰した時点から行うアークスタート制御方法である。以下、実施例3の発明について、図面を参照して説明する。

【0054】実施例3のアークスタート制御方法を実施するためのロボット制御装置RC及び溶接電源装置PSのブロック図は、前述した図6において動作同期動作制御回路SMCを以下のように変更した構成となり、それ以外は同一である。以下、実施例3の動作同期動作制御回路SMCについて説明する。実施例3の動作同期動作制御回路SMCは、溶接開始信号Stが入力されると、予め定めた電圧設定信号Vs及び送給速度設定信号Wsを出力すると共に、マニピュレータRM(溶接トーチ4)を溶接開始位置Spに移動させ、溶接開始位置Spに到着後すると、出力開始信号Onを出力すると共にマニピュレータRMを略送給方向に移動させ、短絡/アーク判別信号Saが短絡信号になると、マニピュレータRMを後退移動させ、上記の後退移動によってワイヤ

先端・被溶接物間距離 L_w が予め定めた後退距離設定値 L_s に達すると、マニピュレータRMを上記の溶接開始位置 S_p に復帰移動させ、溶接開始位置 S_p に復帰すると、復帰信号 R_p を出力すると共に、マニピュレータを教示された溶接方向に移動させる動作制御信号 M_c を出力する。

【0055】図10は、上述した実施例3のロボット制御装置RC及び溶接電源装置PSの各信号のタイミングチャートである。同図(A)は溶接開始信号 S_t の時間変化を示し、同図(B)は出力開始信号 O_n の時間変化を示し、同図(C)は送給制御信号 F_c の時間変化を示し、同図(D)は短絡／アーク判別信号 S_a の時間変化を示し、実施例2とは異なり同図(E)は復帰信号 R_p の時間変化を示し、同図(F)は溶接電流 I_w の時間変化を示し、同図(G)はワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w の時間変化を示し、同図(H1)～(H5)は各時刻における溶接ワイヤ1の送給状態を示す。同図において、時刻 t_5 以前の動作は前述した図9のときと同様であるので、それらの期間の説明は省略する。以下、図9とは異なる時刻 t_5 以降の期間について説明する。

【0056】時刻 t_5 以降の期間

時刻 t_5 において、後退移動によってワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w が後退距離設定値 L_s に達すると、溶接トーチ4を溶接開始位置 S_p へ復帰移動させ、時刻 t_5 において溶接開始位置 S_p に復帰すると、同図(E)に示すように、復帰信号 R_p が出力(Highレベル)される。これに応じて、同図(C)に示すように、送給制御信号 F_c は正の値の定常の送給速度設定信号 W_s となり、溶接ワイヤ1は被溶接物2へ前進送給される。同時に、前述した動作同期出力制御回路SINVは、電圧設定信号 V_s に対応する定電圧特性を形成するので、図示しない溶接電圧 V_w は上記の電圧設定信号 V_s に相当する値となると共に、同図(F)に示すように、上記の定常の送給速度 W_s に対応した大電流値の定常の溶接電流 I_c が通電する。

【0057】〔実施例4〕以下に説明する実施例4の発明は、出願時の請求項4の発明に対応する。実施例4の発明は、実施例2の発明における復帰移動がワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w を短くする方向への移動であるときは、この復帰移動期間 T_b 中は定常の溶接電流 I_c よりも大きな電流値の移行電流 I_b を通電するアークスタート制御方法である。以下、実施例4の発明について、図面を参照して説明する。

【0058】図11は、実施例4のアークスタート制御方法を実施するためのロボット制御装置RC及び溶接電源装置PSのブロック図である。同図において、前述した図8と同一の回路ブロックには同一符号を付し、それらの説明は省略する。以下、点線で囲んだ図8とは異なる回路ブロックである、動作同期動作制御回路SMC、動作同期ロボットインターフェース回路SIFR、動作

同期溶接電源インターフェース回路SIFP及び動作同期出力制御回路SINVについて説明する。

【0059】実施例4の動作同期動作制御回路SMCは、溶接開始信号 S_t が入力されると、予め定めた電圧設定信号 V_s 、定常の送給速度設定信号 W_s 及び実施例2にはない初期電流設定信号 I_s を出力すると共に、マニピュレータRM(溶接トーチ4)を溶接開始位置 S_p に移動させ、溶接開始位置 S_p に到着後すると、出力開始信号 O_n を出力すると共にマニピュレータRMを略送給方向に移動させ、短絡／アーク判別信号 S_a が短絡信号になると、マニピュレータRMを後退移動させ、上記の後退移動によってワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w が予め定めた後退距離設定値 L_s に達すると、後退距離一致信号 L_p を出力すると共に、溶接開始位置 S_p への復帰移動がワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w を短くする方向への移動であるときは上記の初期電流設定信号 I_s の値を予め定めた移行電流値 I_b に修正して出力し、同時にマニピュレータRMを上記の溶接開始位置 S_p に復帰移動させ、溶接開始位置 S_p に復帰すると、復帰信号 R_p を出力し、それ以降はマニピュレータRMを教示された溶接方向に移動させる動作制御信号 M_c を出力する。

【0060】実施例4の動作同期ロボットインターフェース回路SIFRは、上記の電圧設定信号 V_s 、定常の送給速度設定信号 W_s 、出力開始信号 O_n 、短絡／アーク判別信号 S_a 、後退距離一致信号 L_p 、実施例2とは異なる初期電流設定信号 I_s 及び復帰信号 R_p の7つの信号から形成されるインターフェース信号 I_f を溶接電源装置PSとの間で通信する。

【0061】実施例4の動作同期溶接電源インターフェース回路SIFPは、上記の7つの信号から形成されるインターフェース信号 I_f をロボット制御装置RCとの間で通信する。実施例4の動作同期出力制御回路SINVは、上記の出力開始信号 O_n が入力された時点から上記の復帰信号 R_p が入力される時点までの間は上記の初期電流設定信号 I_s に相当する電流を通電する定電流特性又は垂下特性を形成して出力し、それ以降は上記の定常の送給速度設定信号 W_s に対応した定常の溶接電流 I_c を通電するための上記の電圧設定信号 V_s に対応した定電圧特性を形成して出力する。

【0062】図12は、上述した実施例4のロボット制御装置RC及び溶接電源装置PSの各信号のタイミングチャートである。同図(A)は溶接開始信号 S_t の時間変化を示し、同図(B)は出力開始信号 O_n の時間変化を示し、同図(C)は送給制御信号 F_c の時間変化を示し、同図(D)は短絡／アーク判別信号 S_a の時間変化を示し、同図(E)は後退距離一致信号 L_p の時間変化を示し、実施例2とは異なり同図(F)は復帰信号 R_p の時間変化を示し、同図(G)は溶接電流 I_w の時間変化を示し、同図(H)はワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w

の時間変化を示し、同図 (I 1) ~ (I 5) は各時刻における溶接ワイヤ 1 の送給状態を示す。同図において、時刻 t_5 以前の動作は前述した図 9 のときと同様であるので、それらの期間の説明は省略する。以下、図 9 とは異なる時刻 t_5 以降の期間について説明する。

【0063】時刻 t_5 以降の期間

時刻 t_5 において、後退移動によってワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w が後退距離設定値 L_s に達すると、同図 (E) に示すように、後退距一致信号 L_p が出力 (High レベル) される。これに応じて、同図 (C) に示すように、送給制御信号 F_c は正の値の定常の送給速度設定信号 W_s となり溶接ワイヤ 1 は被溶接物 2 へ前進送給されると共に、同図 (G) に示すように、溶接電流 I_w は初期電流 I_s から移行電流 I_{b1} へ変化する。同時に、溶接トーチ 4 を溶接開始位置 S_p へ復帰移動させ、時刻 t_{51} において溶接開始位置 S_p に復帰すると、同図 (F) に示すように、復帰信号 R_p が出力 (High レベル) される。これに応じて、前述した動作同期出力制御回路 $SINV$ は電圧設定信号 V_s に対応する定電圧特性を形成するので、図示しない溶接電圧は上記の電圧設定信号 V_s に相当する値となると共に、同図 (G) に示すように、上記の定常の送給速度 W_s に対応した大電流値の定常の溶接電流 I_c が通電する。

【0064】時刻 $t_5 \sim t_{51}$ の復帰移動期間 T_b 中は、定常の送給速度 W_s による前進送給及びワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w を短くする方向への復帰移動の加算によって、ワイヤ先端は定常の送給速度 W_s よりも速い速度で被溶接物に近づく。このために、定常の溶接電流 I_c よりも大きな値に予め定めた移行電流 I_{n2} を通電することによって、ワイヤ先端が被溶接物へ突っ込んで接触し不良なアークスタートになることを防止することができる。

【0065】[実施例 5] 以下に説明する実施例 5 の発明は、出願時の請求項 5 の発明に対応する。実施例 5 の発明は、実施例 2 の発明における復帰移動がワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w を短くする方向への移動であるときは、上記の復帰移動期間 T_b 中は溶接ワイヤの送給を停止したままで復帰移動速度に対応して予め定めた移行電流 I_{b2} を通電し、溶接トーチが溶接開始位置 S_p に復帰後は、溶接ワイヤの送給を開始すると共に定常の溶接電流 I_c を通電するアークスタート制御方法である。以下、実施例 5 の発明について、図面を参照して説明する。

【0066】図 13 は、実施例 5 のアークスタート制御方法を実施するためのロボット制御装置 RC 及び溶接電源装置 PS のブロック図である。同図において、前述した図 11 と同一の回路ブロックには同一符号を付し、それらの説明は省略する。以下、点線で囲んだ図 11 とは異なる回路ブロックである、動作同期送給制御回路 SFC について説明する。

【0067】実施例 5 の動作同期送給制御回路 SFC は、復帰信号 R_p が入力されると、定常の送給速度設定信号 W_s に相当する送給速度で溶接ワイヤを前進送給する送給制御信号 F_c を出力する。

【0068】図 14 は、上述した実施例 5 のロボット制御装置 RC 及び溶接電源装置 PS の各信号のタイミングチャートである。同図 (A) は溶接開始信号 S_t の時間変化を示し、同図 (B) は出力開始信号 O_n の時間変化を示し、同図 (C) は送給制御信号 F_c の時間変化を示し、同図 (D) は短絡／アーク判別信号 S_a の時間変化を示し、同図 (E) は後退距一致信号 L_p の時間変化を示し、実施例 2 とは異なり同図 (F) は復帰信号 R_p の時間変化を示し、同図 (G) は溶接電流 I_w の時間変化を示し、同図 (H) はワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w の時間変化を示し、同図 (I 1) ~ (I 5) は各時刻における溶接ワイヤ 1 の送給状態を示す。同図において、時刻 t_5 以前の動作は前述した図 9 のときと同様であるので、それらの期間の説明は省略する。以下、図 9 とは異なる時刻 t_5 以降の期間について説明する。

【0069】時刻 t_5 以降の期間

時刻 t_5 において、後退移動によってワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w が後退距離設定値 L_s に達すると、同図 (E) に示すように、後退距一致信号 L_p が出力 (High レベル) される。これに応じて、同図 (G) に示すように、溶接電流 I_w は初期電流 I_s から移行電流 I_{b2} へ変化する。同時に、溶接トーチ 4 を溶接開始位置 S_p へ復帰移動させ、時刻 t_{51} において溶接開始位置 S_p に復帰すると、同図 (F) に示すように、復帰信号 R_p が出力 (High レベル) される。これに応じて、同図 (C) に示すように、送給制御信号 F_c は正の値の定常の送給速度設定信号 W_s となり、溶接ワイヤ 1 は被溶接物 2 へ前進送給されると共に、前述したように動作同期出力制御回路 $SINV$ は電圧設定信号 V_s に対応する定電圧特性を形成するので、図示しない溶接電圧は電圧設定信号 V_s に相当する値となり、同図 (G) に示すように、上記の定送給速度 W_s に対応した大電流値の定常の溶接電流 I_c が通電する。

【0070】時刻 $t_5 \sim t_{51}$ の復帰移動期間 T_b 中は、溶接ワイヤの送給は停止したままであるが、ワイヤ先端・被溶接物間距離 L_w を短くする方向への復帰移動によって、ワイヤ先端は被溶接物に近づく。このために、この復帰移動の速度に対応して予め定めた移行電流 I_{b2} を通電することによって、ワイヤ先端が被溶接物へ突っ込んで接触し不良なアークスタートになることを防止することができる。

【0071】上述した実施例においては、溶接トーチの移動手段として溶接ロボットのマニピュレータを使用する場合について説明した。しかし、略溶接ワイヤの送給方向の上下方向及び溶接方向の左右方向に、溶接トーチ又は被溶接物又はそれら両方を移動させることが可能

な自動台車、NC加工機に使用されるX-Yテーブル等を使用して、本発明を実施することもできる。

【0072】

【発明の効果】本発明のアークスタート制御方法では、溶接トーチの後退移動開始時の第1の応答遅れ時間T11及び溶接ワイヤの前進送給開始時の第2の応答遅れ時間T21を短縮することができるので、応答遅れ時間中のアーク長増長による溶接不良及び応答遅れ時間による生産性の低下を防止することができると共に、常に良好なアークスタートを行うことができる。さらに、実施例2及び3の発明では、上記の効果に加えて、最初に溶接トーチが溶接開始位置Spに到着したときのワイヤ先端・被溶接物間距離Lwが非常に短い場合又は接触している場合でも、適正な後退距離設定値Lsに達するまで後退移動が継続されるので、後退距離が短いことによって生じる初期アークの不発生及び発生直後の消滅によるアークスタート不良を防止することができる。さらに、実施例4及び5の発明では、上記の両効果に加えて、復帰移動期間Tb中のワイヤ先端が被溶接物へ近づく速度に対応し適正な移行電流Ibを通電することによって、ワイヤ先端の被溶接物への突っ込みによるアークスタート不良を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を例示するロボットアーク溶接装置のタイミングチャート

【図2】従来技術のロボットアーク溶接装置の構成図

【図3】従来装置のブロック図

【図4】従来装置の各信号のタイミングチャート

【図5】従来技術の解決課題を示すタイミングチャート

【図6】実施例1のブロック図

【図7】実施例1の各信号のタイミングチャート

【図8】実施例2のブロック図

【図9】実施例2の各信号のタイミングチャート

【図10】実施例3の各信号のタイミングチャート

【図11】実施例4のブロック図

【図12】実施例4の各信号のタイミングチャート

【図13】実施例5のブロック図

【図14】実施例5の各信号のタイミングチャート

【符号の説明】

1 溶接ワイヤ

2 被溶接物

3 アーク

3a 初期アーク（発生状態）

3b 定常のアーク（発生状態）

3c 過大なアーク長のアーク

4 溶接トーチ

4a コイルライナ

DT 遅延回路

Dt 遅延信号

Fc 送給制御信号

Ib、Ib1、Ib2 移行電流

If インターフェース信号

IFP 溶接電源インターフェース回路

IFR ロボットインターフェース回路

INV 出力制御回路

Is 初期電流（設定信号）

Iw 溶接電流

Lp 後退距一致信号

Ls 後退距離設定値

Lw ワイヤ先端・被溶接物間距離

MC 動作制御回路

Mc 動作制御信号

On 出力開始信号

PS 溶接電源装置

RC ロボット制御装置

RFC 正逆送給制御回路

RM マニピュレータ

Rp 復帰信号

SA 短絡／アーク判別回路

Sa 短絡／アーク判別信号

SFC 動作同期送給制御回路

SIFP 動作同期溶接電源インターフェース回路

SIFR 動作同期ロボットインターフェース回路

SINV 動作同期出力制御回路

Sp 溶接開始位置

St 溶接開始信号

T1、T11 第1の応答遅れ時間

T2、T21 第2の応答遅れ時間

Tb 復帰移動期間

Td 遅延時間

VD 電圧検出回路

Vd 電圧検出信号

Vs 電圧設定信号

Vw 溶接電圧

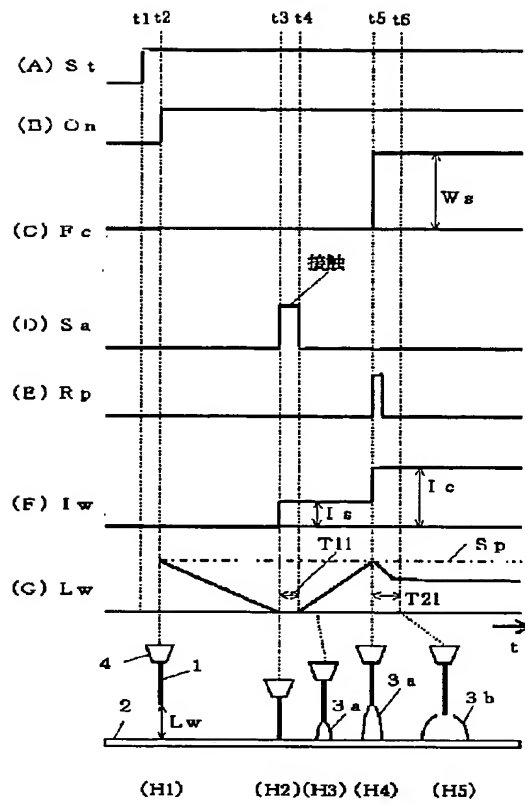
Wi 初期送給速度設定値

WM ワイヤ送給モータ

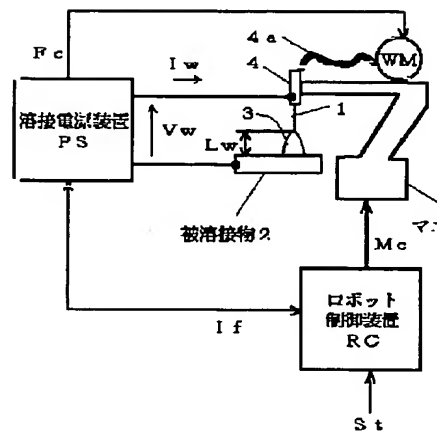
Wr 後退送給速度設定値

Ws 定常の送給速度（設定信号）

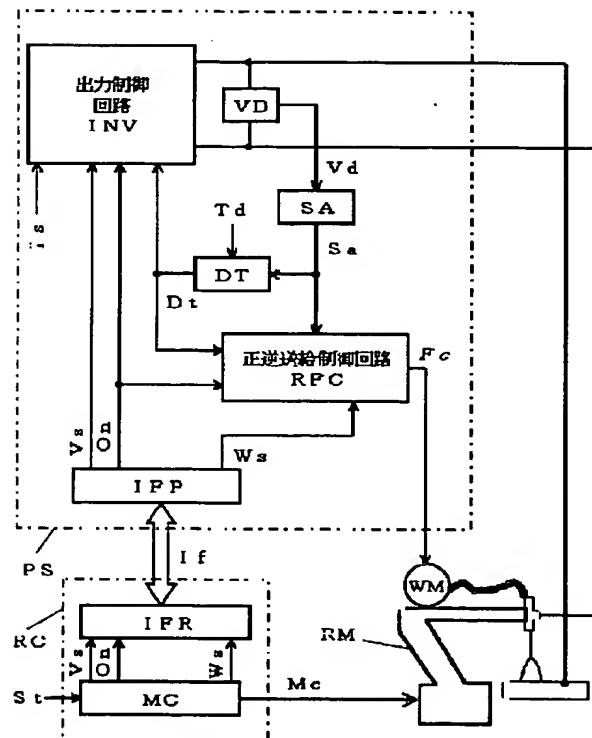
【図1】



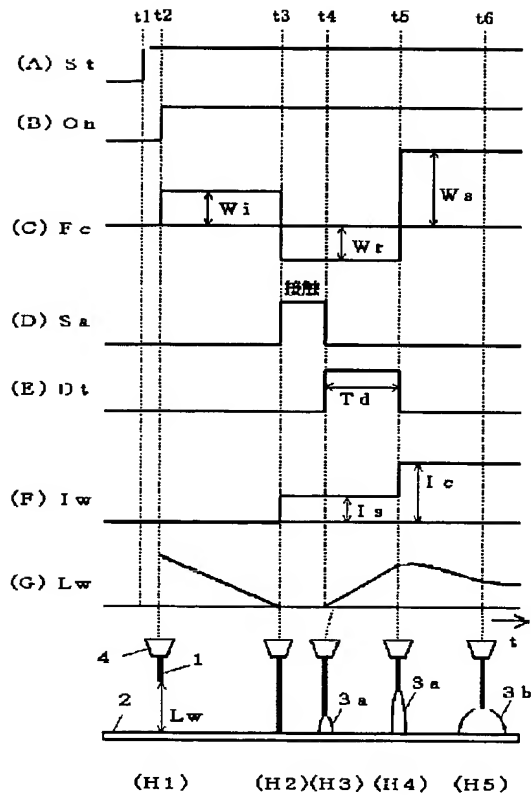
【図2】



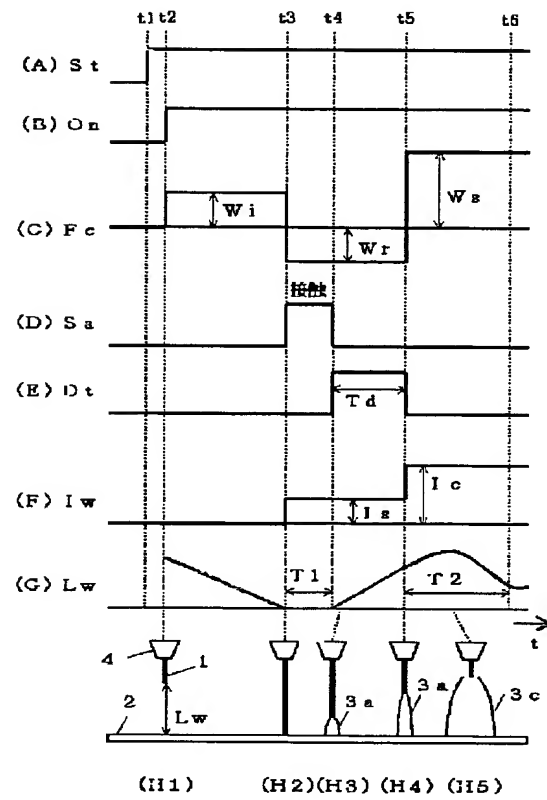
【図3】



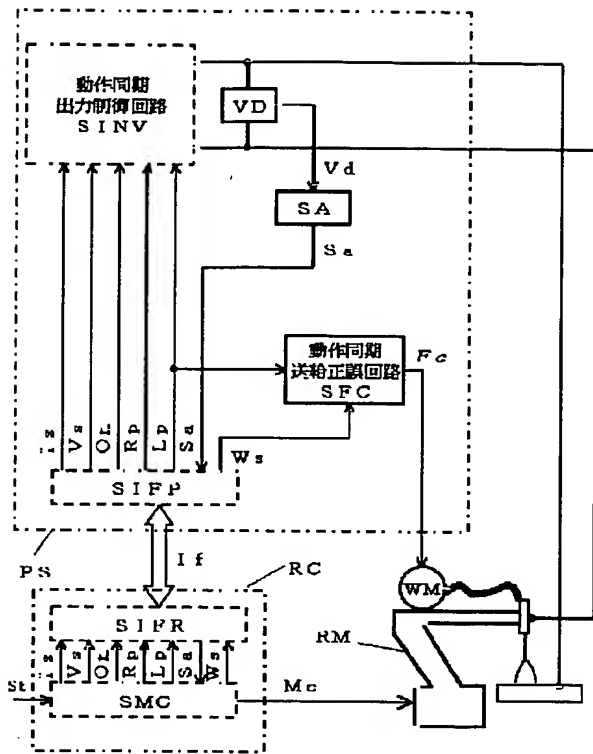
【図4】



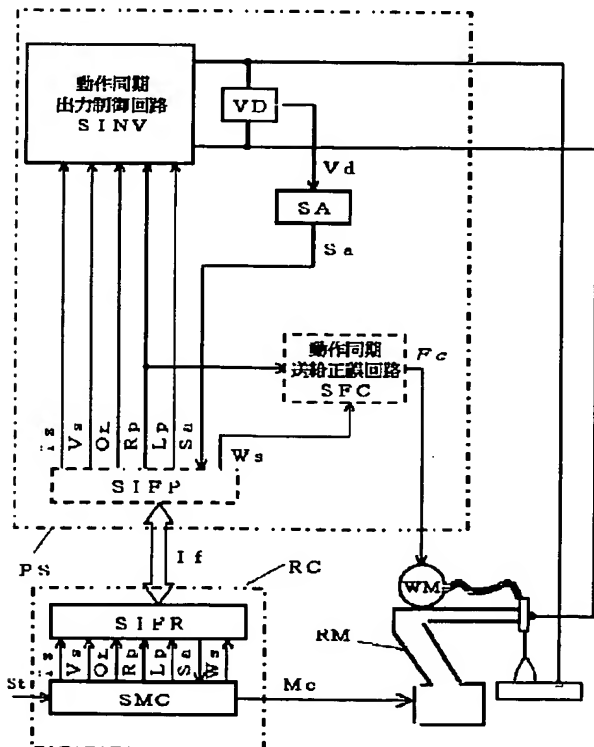
【図5】



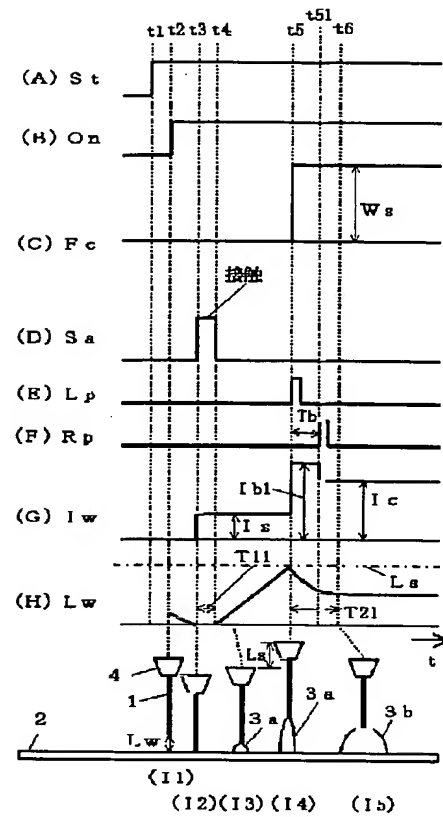
【図11】



【図13】



【図12】



【図 14】

